

미숙아의 시각유발전위 검사

원광대학교 의과대학 재활의학교실 및 ¹소아과학교실

임성일 · 임진영 · 길은영 · 서혜정 · 오연균¹

= Abstract =

Visual Evoked Potential in Preterm Infants

Seong Il Lim, M.D., Jin Young Lim, M.D., Eun Young Kil, M.D.
Hyae Jung Seo, M.D. and Yeon Kyun Oh, M.D.¹

Departments of Rehabilitation Medicine and ¹Pediatrics, Wonkwang University School of Medicine

Objective: The maturation in the central nervous system and the myelination of visual pathway were shown to be reflected by the visual evoked potential (VEP) response recordings. The purpose of this study was to establish normal value of flash visual evoked potentials in preterm infants, especially left to right difference.

Method: Forty-one preterm infants from 31 to 40 weeks of corrected age had been made VEP records using Cadwell Excel EMG/EP system. Some in whom weekly VEP records had been made at least 3 times were included in longitudinal study and others in occasionally VEP records were included in cross-sectional study. Infants with neurological problems or anomalies, perinatal infectious and other severe systemic disease were excluded.

Results: 1) In the VEP study, we were able to establish the reference ranges for N300 peak latency at various corrected ages. 2) The latency of N300 peak latency was not significantly correlated with birth weight, sex, head circumference. 3) The latency of N300 peak decrease linearly, the age increased and also the decrement of N300 peak latency was accelerated at 37 weeks of gestational ages.

Conclusion: Although VEPs from preterm infants have several peaks, N300 latency is the most prominent and the most reproducible. It has been considered the most important component of the preterm VEPs.

Key Words: Visual evoked potential, Preterm infants

서 론

미숙아와 만삭아의 시각유발전위 검사는 1960년

접수일: 2000년 3월 30일, 게재승인일: 2000년 8월 18일
교신저자: 임성일

Ellingson⁷⁾이 섬광자극을 사용하여 시각 체계의 성숙도를 나타낸 이후로 많은 연구가 진행되었다. 소아에서 시각유발전위 검사는 시신경, 시신경교의 질환 및 신경변성 질환을 진단하는데 유용한 비침습적인 검사방법으로 사용되고 있다. 미숙아에서는 저산소증이나 허혈증으로 인하여 뇌 손상의 위험이 높기 때문에 시각유발전위 검사가 선별검사로써 많이 이

용되고 있다.^{2,4,7,9)} 시각유발전위 검사는 미숙아에서 시신경, 시각경로의 기능적 이상과 뇌의 성숙도를 평가하는데 유용하며, 특히 신경계 발달과 성숙도에 대한 예측 인자로서의 유용성에 관한 연구가 활발하다.^{2,4,15,16)}

미숙아의 연령이 증가함에 따라 시각유발전위의 형태가 변화한다는 보고가 많다. 즉, 재태연령 24주에 큰 음성편향의 정점을 보여주는 N300 형태가 나타나기 시작하여 연령이 증가함에 따라 P200 형태를 보이고 점차 P100 형태로 변화한다는 주장이 우세하며,^{1,13,17)} 미숙아에서 시각유발전위 잠시의 정상범위에 대한 양안의 연구가 활발히 진행되고 있다.^{3,14,15,16)} 정상 성인의 경우에 Chiappa⁵⁾은 모양자극에서 잠시의 차이를 8~10 msec로 보고 편측안 병변의 진단에 이용하고 있으나, 미숙아에서는 양안의 잠시 및 진폭의 차이에 대한 보고가 없어 편측안의 병변을 진단하기 어려운 실정이다.

이에 본 연구에서는 재태연령 36주 이전에 출생하고 신경학적 이상소견을 보이지 않는 미숙아를 대상으로 시각유발전위 P200, N300, P400 정점의 좌안과 우안의 잠시와 진폭, 좌안-우안 잠시와 진폭 차이의 정상 범위를 구하고, 재태연령, 체중, 성별, 머리둘레 요인 등의 인자가 잠시와 진폭에 미치는 영향을 알아보고자 하였다.

연구대상 및 방법

1) 연구대상

1998년 10월부터 1999년 7월까지 본 병원 신생아 중환자실에 입원한 재태연령 36주 이전에 출생하고 생후 1분 Apgar 점수가 6점 이상이며, 뇌신경기능, 근긴장도, 반사기능 등에서 신경학적 이상소견이 보이지 않는 41명의 미숙아를 대상으로 하였다.

출생 후 1주일 이내에 설파자극안경(LED goggles)으로 자극을 주어 초기 시각유발전위 검사를 시행한 후 1~2주 간격으로 재태연령 40주까지 추적검사를 시행하였다. 2,500 g 이하의 저체중아는 두개내 출혈 여부를 감별하기 위해 두개 초음파를 실시하였고 환자의 상태에 따라 추적검사를 두 번 이하로 실시한 경우와 초기 검사만을 실시한 경우는 단면연구로 분류하였다. 초기 검사 시에 환자의 체중, 두위, 성별, 교정연령을 측정하였다. 재태연령은 Dubowitz 정의

에 의해 출생 주수를 기록하였으며,³⁾ 재태연령에 검사일까지의 기간을 합하여 교정연령을 구하였다.

2) 시각유발전위의 측정 및 분석

외부 자극을 차단하기 위하여 검사실은 조용하고 어둡게 하였다. 환자의 각성상태에 따라 시각유발전위의 진폭에 미치는 영향을 배제하기 위하여 수유 후 정상수면상태에서 Excel 근전도기(Cadwell CO., USA)를 이용하여 검사를 시행하였다. 금으로 만든 직경 6 mm의 표면전극을 이용하여 10~20 국제뇌파기록법을 기준으로 활성 기록전극과 기준전극은 Oz와 Fz에, 접지전극은 Cz에 부착하였다. 설파자극안경으로 좌안, 우안을 2 Hz로 평균 100회 자극하고, 두 번 이상의 반복 시행하여 P200, N300, P400과의 잠시를 기록하였으며 자극시 30초의 회복기를 주었다. 저항은 5Ω, 주파수영역은 1~100 Hz로 automatic artifact reject system을 이용하였다.

미숙아에서 시각유발전위 형태는 Taylor등^{13,14)}의 연구에 따라 분류하여 재태연령 27주에서 32주 사이에 하나의 단상성 음의 정점(single monophasic negative peak)이 보이는 경우를 N300 형태(Fig. 1), 재태연령 30주에서 35주 사이에 초기에 양의 정점과

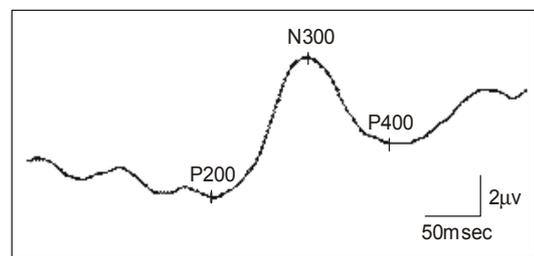


Fig. 1. Pattern of N300 potential.

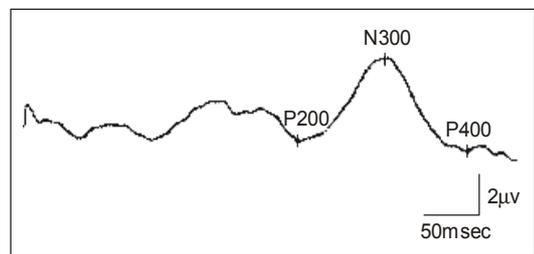


Fig. 2. Pattern of P200-N300 potential.

음의 정점(early positive peak and negative peak)이 보이는 경우를 P200~N300 형태(Fig. 2)로 분류하였고, 재현성이 좋고 파형이 뚜렷한 경우를 정상파형으로 간주하여 시각유발전위의 진폭과 잠시를 측정하였다.

통계학적 처리는 SPSS 8.0 PC program을 이용하여 시각유발전위의 잠시와 진폭의 평균을 구하였고, 교정연령, 체중, 두위, 성별에 따른 시각유발전위의 잠시와 진폭에 대한 영향은 Pearson correlation을 이용하였으며, p값이 0.05 이하인 경우를 통계학적으로 유의한 것으로 판단하였다.

결 과

1) 대상 미숙아의 인구 역학적 분포(성별, 연령 분포)

신경학적 이상이 보이지 않는 재태연령 31주에서 40주 사이에 출생한 미숙아 41명을 대상으로 하였다. 남아 21명, 여아 20명이었으며 연령이 증가함에 따라 환아당 평균 2회의 시각유발전위 검사를 시행하였다(Table 1).

2) 시각유발전위 잠시의 정상 범위

미숙아에서 시각유발전위 P200, N300, P400 전위는 80, 100, 90%의 발현율을 보였고 시각유발전위 P200 전위는 교정연령 31~32주에 318±20.4 msec, 37~38주에 257±15.1 msec의 평균값을 보였고, 좌우안 잠시의 차이는 31~32주에 18.1±15.7 msec, 37~38주에 5.8±4.3 msec였다. N300 전위는 교정연령 31~32주에 390±21.1 msec, 37~38주에 328±20.9

Table 1. Age and Sex Distribution

Corrected age (weeks)	No. of cases		
	Male	Female	Total
31~32	5	5	10
33~34	8	7	15
35~36	7	8	15
37~38	9	6	15
39~40	8	7	15
Total	37	33	70

Table 2. Comparison of P200 Latency

Corrected age (weeks)	P200 (msec)		
	Right	Left	Rt.-Lt. ¹⁾ difference
31~32	318.47±20.47	309.79±20.82	18.18±15.73
33~34	284.14±30.09	275.00±23.81	16.62±12.63
35~36	279.51±16.87	284.01±25.95	12.89±10.55
37~38	248.10±17.55	257.25±22.66	5.87±4.34
39~40	237.48±15.17	236.66±18.06	12.95±11.01

Values: mean±S.D. (msec).

1. Rt.: Right, Lt.: Left

*p<0.05

Table 3. Comparison of N300 Latency

Corrected age (weeks)	N300 (msec)		
	Right	Left	Rt.-Lt. ¹⁾ difference
31~32	387.55±16.77	391.99±21.14	11.17±6.32
33~34	362.97±11.28	368.58±11.52	9.42±8.75
35~36	355.79±18.20	355.07±15.96	11.37±8.29
37~38	320.06±19.37	328.93±20.94	9.82±8.72
39~40	299.23±14.26	302.06±19.96	8.78±6.94

Values: mean±S.D. (msec).

1. Rt.: Right, Lt.: Left

*p<0.05

Table 4. Comparison of P400 Latency

Corrected age (weeks)	P400 (msec)		
	Right	Left	Rt.-Lt. ¹⁾ difference
31~32	495.67±39.35	494.66±31.40	13.61±14.96
33~34	476.20±42.27	472.14±31.38	18.22±17.15
35~36	457.52±32.77	450.26±26.69	14.02±13.41
37~38	422.78±28.27	428.02±23.93	16.60±20.10
39~40	378.18±20.29	380.16±23.18	9.81±8.93

Values: mean±S.D. (msec).

1. Rt.: Right Lt.: Left

*p<0.05

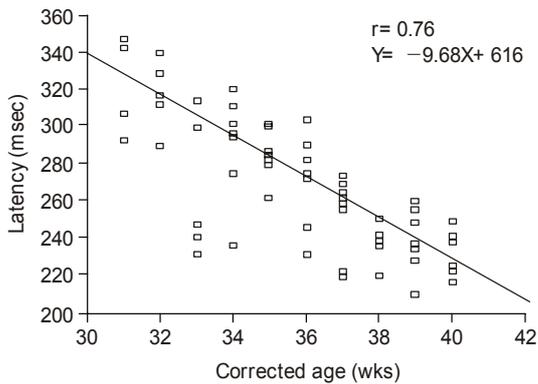


Fig. 3. P200 latency related to corrected age.

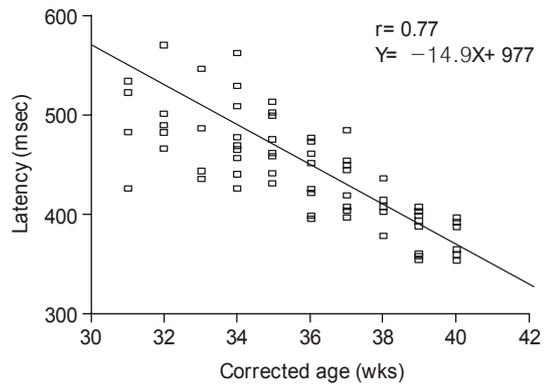


Fig. 5. P400 latency related to corrected age.

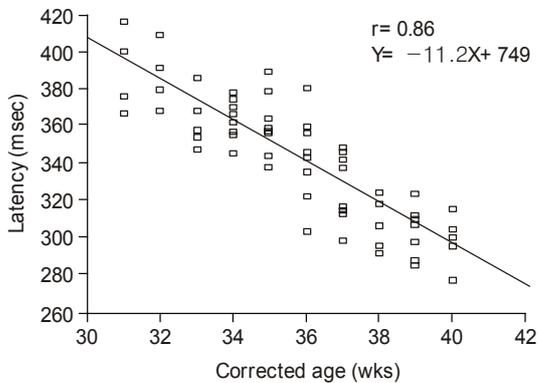


Fig. 4. N300 latency related to corrected age.

msec의 평균값을 보였으며, 좌-우안 잠시의 차이는 31~32주에 11.1 ± 6.3 msec, 37~38주에 9.8 ± 8.7 msec을 보였다. P400 전위는 교정연령 31~32주에 495 ± 39.3 msec, 37~38주에 428 ± 23.9 msec을 보였고, 좌-우안 잠시의 차이는 31~32주에 13.6 ± 14.9 msec, 37~38주에 16 ± 20.1 msec의 정상범위를 보였다(Tables 2~4). 즉 시각유발전위 P200, N300, P400 전위의 잠시는 교정연령이 증가함에 따라 감소하여 통계적으로 유의한 역상관관계를 보였다(Fig. 3~5).

3) 교정연령의 증가에 따른 N300 전위의 잠시의 변화

재태연령 31주에서 40주 사이의 미숙아를 추적검사하였을 때 N300 전위가 가장 재현성 있게 관찰되었다. 잠시는 교정연령이 증가함에 따라 감소하는

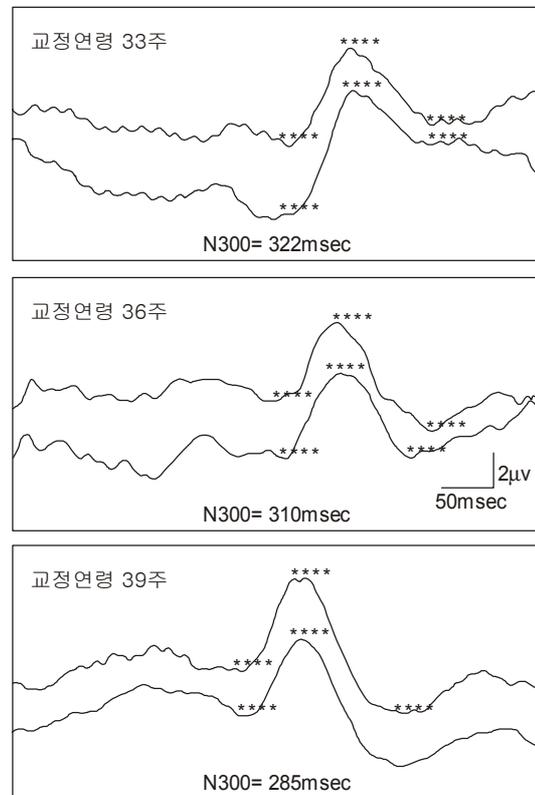


Fig. 6. Changes of latency & waveform of N300 potential related to corrected age in the same subject.

역상관관계를 보였고, 교정연령 37주 이후에 잠시가 급격하게 감소되는 경향을 보였다($p < 0.05$)(Fig. 6, 7).

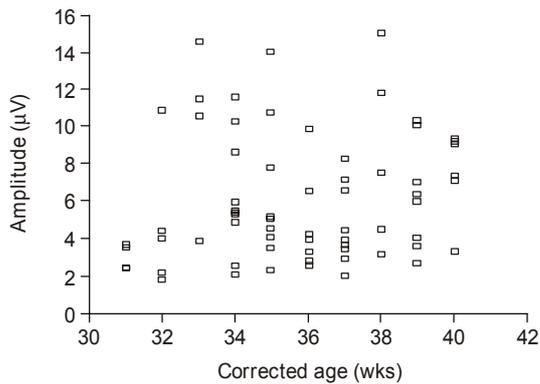


Fig. 7. Amplitude of P200~N300 related to corrected age corrected age (wks).

4) 시각유발전위의 진폭

P200~N300 전위 형태의 정점간 진폭은 미숙아의 수면상태와 긴장도에 따라 다양한 소견을 나타냈고, 수유 후 자연수면상태에서 N300 전위는 31주 이후에, P200 전위는 36주 이후에 뚜렷한 전위형태를 보였다. 연령증가에 따른 P200~N300 형태의 진폭은 통계학적으로 유의하지 않았다(Fig. 8).

5) 시각유발전위와 미숙아의 신체적 특성과의 관련성

초기 검사시 측정된 미숙아의 체중 및 머리둘레의 증가에 따른 진폭과 잠시의 감소는 관찰되지 않았으며, 남녀 성별에 따른 시각유발전위 N300 전위의 잠시 및 진폭도 통계학적으로 의미 있는 관계를 보이지 않았다.

고 찰

시각유발전위 검사는 미숙아에서 뇌의 성숙도를 알아내고, 뇌손상 후 신경학적 상태 및 예후를 판정하거나 저산소증에 의한 뇌손상시 뇌의 기능을 평가하는데 유용성이 인정되어 왔다.^{7,8,10} 미숙아에서는 저산소증이나 허혈증으로 인한 뇌손상의 위험이 높으며 뇌의 병변이 주로 시신경로와 인접한 뇌실주변에 많이 발생하므로 시각유발전위 검사가 뇌병변의 진단에 신뢰성 있는 지표로써 이용될 수 있다. 그러므로 정상 미숙아에서 시각유발전위의 정상범위를

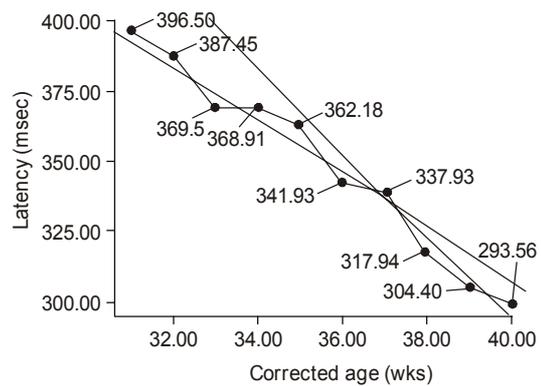


Fig. 8. Longitudinal changes of N300 latency related to corrected age.

구하고, 이에 영향을 미치는 인자들을 알아보는 것이 매우 필요하다.

1970년대 이전의 대부분의 연구들에서는 시각유발 자극시간이 2.5 내지 5시간으로 길었으며 자극원으로 stroboscopic flash가 이용되어 검사가 어렵고, 기록기 등의 문제로 인하여 유발전위 기록의 재현성이 매우 낮아 실제 임상적인 적용이 어려웠으나,⁷⁻¹⁰ 1984년 이후로 섬광자극기 및 기록기들의 발전으로 보다 나은 재현성의 검사가 이루어졌고 이전의 파형에 중점을 두던 연구에서 미숙아의 신경학적 상태에 따른 잠시의 연구가 활발해졌다.¹³⁻¹⁶

Taylor등은 75명의 신경학적 이상이 없는 미숙아를 대상으로 생후 3일 내에 시각유발전위를 검사하여, 24주 이후에서 300 msec 주위에서 볼 수 있는 N300 전위를, 27주 이후에는 P400 전위를 보이나 다양한 진폭과 형태를 보이며, 30주와 35주 사이에서는 작은 P200 전위를 보이고 이 전위는 36주 이후에도 계속 관찰되는 것으로 보고하였다.¹³

김등의 연구에서는 131명의 신생아를 대상으로 N300 형태는 평균 월경 후 주령은 38.3주, P200~N300 형태는 평균 월경 후 주령 39.4주, P100~N155~P200~N300 형태는 평균 월경 후 주령 41주, 그리고 P100 형태는 평균 월경 후 주령 43주에 관찰되는 것으로 보고하였다.¹⁾

본 연구에서도 교정연령 31주에서 40주까지 N300, P200~N300형태로 파형이 관찰되었고 N300 전위가 가장 재현성 있게 관찰되었다. Chin등은 23주와 42주 사이의 40명의 신경학적으로 정상적인 미숙아를

대상을 하여 24주 이상에서는 큰 N2를 보이면서 평균잠시는 308 msec를 기록하였고, 32주와 36주 사이에서는 뚜렷한 P2를 보이며 평균 잠시는 220 msec를 기록하였다.⁶⁾ 박과 조의 연구에서는 평균 39주 재태연령의 신생아 57명을 대상으로 하여 우안을 자극하여 얻은 잠시의 평균치는 N1, 143.09 msec, P1, 209.67 msec, N2, 326.97 msec로 보고하였다.²⁾

Tsuneishi등은 재태연령 26주에서 35주 사이의 63명의 신경학적 이상이 없는 환아에서 N300 전위의 형태가 가장 재현성이 높았고 N300 전위의 아형을 N1a, N1b의 형태로 세분하여 관찰했고 잠시의 평균값을 구하였다.¹⁵⁾ Tsuneishi등은 재태연령 30주에서 31주 사이의 22명의 신경학적인 이상이 없는 미숙아에서 추적검사를 시행한 후 재태연령의 증가에 따른 N300 전위의 아형인 N1a의 잠시의 감소가 역상관계 보다는 단계적 감소 형태를 나타내며 재태연령 37주 이후 시방선의 수초화가 진행되면서 N1a의 잠시가 급격히 감소함을 보고하였다.¹⁶⁾ Chiappa는 모양 자극으로 시행한 시각유발전위 검사에서 양안의 P100 전위의 잠시의 차이를 8~10 msec로 보고했으며,⁵⁾ 다발성 경화증이나 단안의 병변이 있는 경우의 진단에 도움을 주었다. 미숙아에서도 양안 혹은 단안의 병변이 발생할 수 있으며 이에 대한 양안의 차이에 대한 보고는 드문 상태이다.

본 연구에서도 신경학적으로 이상이 보이지 않는 미숙아에서 교정연령에 따른 P200, N300, P400 전위의 좌, 우측 및 좌-우 잠시의 차이에 대한 평균값을 구하였으며, 31주 이후에서 N300 전위의 형태가 가장 뚜렷한 형태의 재현성을 보였고 35주 이후에서 P200 전위의 형태가 뚜렷한 소견을 보였으며, 교정연령이 증가함에 따라서 N300 전위의 잠시가 감소하는 형태가 관찰되었다. 교정연령에 대한 P200, N300, P400 전위의 잠시는 통계적으로 유의있는 역상관관계를 보였다. N300 전위는 31주에서 40주까지의 시기에 뚜렷한 형태의 재현성을 보였고 잠시의 감소 폭이 교정연령 37주 이후에 급격히 감소하는 추세를 보여 잠시의 단계적 감소에 대한 결과가 Tsuneishi와 Caser¹⁶⁾의 결과와 유사한 소견을 나타내었다.

Takashima등의 연구에 의하면 재태연령 24주에 선조체에서 신경의 이동이 끝나게 되며 이때 피질은 미발달된 상태로 제 5층에서 기저 수상돌기만이 관

찰된다. 재태연령 28주가 되면 제 3층에서 추체세포가 더 발달하게 되고 30주에 이르러서야 시각피질의 표피층에 기저 수상돌기와 침부 수상돌기가 더욱 발달한다. 재태연령 35주에 이르면 추체세포와 정상세포가 모든 층에서 관찰되는데 침부 수상돌기가 더 발달하고, 시각피질은 24주 때의 두배가 된다. 그러므로 재태연령 25주에서 35주는 일차 시각피질의 신경세포들이 수상돌기의 분화와 발달을 최대한도로 하는 시기이고 32주에서 40주는 신경세포의 수가 증가하는 시기라고 하였다.¹²⁾ N300 전위는 시각피질의 기저 수상돌기로부터 형성되는 것으로 추측되며 P200 전위는 재태연령 30주 이후에 출현하여 침부 수상돌기로부터 기시하는 것으로 추측된다.

Tsuneishi등은 자기공명영상 및 방사성 동위원소 기법을 통해 월경 후 연령 32주경에 정상세포가 증가하여 37주 이후에는 시방선 등의 수초화가 가속되어 시신경로의 수초화가 이루어지면서 N300 전위의 잠시가 급격히 감소함을 보인다고 추정하였다.¹⁶⁾

Watanabe등은 미숙아의 시각유발전위에서 깨어 있을 때에 잠시가 가장 짧았으며 진폭은 가장 컸다고 하였다.¹⁷⁾ Pryds등은 재태연령 25주에서 34주 사이의 86명의 미숙아에서 재태연령, 두위와 N1 잠시 및 진폭은 역상관관계를 보인다고 하였다.¹¹⁾

본 연구에서 두위, 초기 검사시의 체중, 성별에 대한 시각유발전위의 잠시는 통계적으로 유의있는 관계를 보이지 않았으며, 특히 미숙아의 시각유발전위 진폭은 수면 및 미숙아의 상태에 따른 영향이 컸으며 통계적 유의성은 관찰되지 않았다. 이는 P200~N300 전위의 정점간 진폭의 측정이 교정연령에 따른 P200, N300 전위의 다양성에 따른 변화가 심하여 정확한 측정이 어려웠고 미숙아를 자연수면상태에서 검사하여 신생아의 동작이나 근육의 움직임에 의한 오차를 줄이고 각 검사간의 시신경 피로도를 줄이기 위해 30초간의 간격을 두었으나 2 Hz의 빠른 자극 횟수에 의한 시신경로의 반응의 감소 때문으로 사료된다.¹²⁾

본 연구에서는 교정연령 31주에서 40주 사이의 신경학적으로 이상이 보이지 않는 미숙아를 대상으로 N300 전위의 좌, 우측 및 좌-우 잠시의 차이에 대한 평균값을 구하였다.

N300 전위는 이 시기에 가장 재현성이 뛰어났고 재태연령이 증가함에 따라 잠시의 감소는 통계적으

로 의의 있는 역상관관계를 보였으며 교정연령 37주 이후에 감소의 폭이 가속화되는 경향을 관찰할 수 있었다. 이 결과는 향후 임상적인 이용에 도움이 될 수 있을 것으로 사료되나 진폭의 변화 및 시각유발전위에 영향을 줄 수 있는 요소와 시각 피질의 발달 및 수초화에 따른 각 전위에 대한 연구가 지속적으로 필요할 것으로 사료된다.

결 론

1998년 10월부터 1999년 7월까지 본 병원 신생아 중환자실에서 입원치료를 받은 신경학적으로 이상소견이 보이지 않는 미숙아 41명을 대상으로 시각유발전위 검사를 시행하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 시각유발전위 검사에서 교정연령 31주에서 40주 사이에서 비교적 표준편차의 값이 적은 좌안, 우안의 평균값을 구하였고 좌우 차이값은 30~35 msec의 정상범위를 보였다.

2) 시각유발전위 검사에서 P200, N300, P400 전위의 잠시는 교정연령이 증가함에 따라 통계적으로 의의 있는 역상관관계를 보였다.

3) 시각유발전위 검사에서 P200, N300, P400 전위의 잠시 및 진폭은 검사 초기의 체중, 두위, 성별에 따른 통계적 의의성은 관찰되지 않았다.

4) N300 전위는 교정연령 31주에서 40주 사이에서 가장 재현성 있게 관찰되었고 교정연령이 증가함에 따라 잠시가 감소하는 역상관관계를 보였을 뿐만 아니라 교정연령 37주 이후에 감소의 폭이 가속화되는 경향을 보였다.

참 고 문 헌

- 1) 김세주, 송은범, 이명훈, 박윤형, 이병우, 김동휘, 이은하, 김우섭, 나진경, 이상현, 홍영숙, 조영진: 영아의 시각유발전위. 대한재활의학회지 1998; 22(2): 434-438
- 2) 박정미, 조미애: 정상 신생아에서의 시각유발전위검사에 대한 고찰. 대한재활의학회지 1993; 17(3): 451-458
- 3) 이태호, 김승조, 안웅식: 산전 관리. 산과학 1991, pp191-209
- 4) 주민철, 김동훈, 임성일, 서혜정, 이석재: 고위험군 신생아의 뇌간청각유발전위 검사 및 시각유발전위 검사. 대한재활의학회지 1998; 22(3): 525-531

- 5) Chiappa KH: Evoked potentials in clinical medicine, 3rd ed, Philadelphia: Lippincott, 1997, pp99-101
- 6) Chin KC, Taylor MJ, Menzies R, Whyte H: Development of visual evoked potentials in neonates. A study using light emitting diode goggle. Arch Dis Child 1985; 60: 1166-1168
- 7) Ellingson RJ: Electroencephalograms of normal full-term newborns immediately after birth with observation on arousal and visual evoked responses. Electroencephalogr Clin Neurophysiol 1958; 10: 31-50
- 8) Ellingson RJ: Cortical electrical responses to visual stimulation in the human infants. A longitudinal study of six cases. Neurology 1974; 24: 933-940
- 9) Herbek A, Karlberg P, Olisson T: Development of visual and somatosensory evoked responses in preterm newborn infants. Electroencephalogr Clin Neurophysiol 1973; 34: 225-232
- 10) Herbek A, Mares P: Cortical evoked responses to visual stimulation in full term and premature newborns. Electroencephalogr Clin Neurophysiol 1964; 16: 575-581
- 11) Pryds O, Trojaborg W, Carlsen J, Jensen J: Determinants of visual evoked potentials in preterm infants. Early Hum Dev 1989; 19: 117-125
- 12) Takashima S, Chan F, Becker LE, Armstrong DL: Morphology of the developing visual cortex of the human infant. J Neuropath Exp Neurol 1980; 39: 487-501
- 13) Taylor MJ, Menzies R, Macmillian LJ, Whyte HE: VEPs in normal full-term and premature neonates. longitudinal versus cross-sectional data. Electroencephalogr Clin Neurophysiol 1987; 68: 20-27
- 14) Taylor MJ, McCulloch DL: Visual evoked potentials in infants and children. J Clin Neurophysiol 1992; 9(3): 357-372
- 15) Tsuneishi S, Caser P, Fock JM, Hirano S: Establishment of normal values for flash visual evoked potentials in preterm infants. A longitudinal study with special reference to two components of the N1 wave. Electroencephalogr Clin Neurophysiol 1995; 96: 291-299
- 16) Tsuneishi S, Caser P: Stepwise decrease in VEP latencies and the process of myelination in the human visual pathway. Brain Develop 1997; 19: 547-551
- 17) Watanabe K, Iwase K, Hara K: Maturation of visual evoked response in low-birthweight infant. Dev Med Child Neurol 1972; 14: 425-435